

DERWENT-ACC-NO: 2000-212261

DERWENT-WEEK: 200021

COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Photovoltaic module characteristic measurement e.g. for solar battery, involves obtaining module characteristic based on sub-module characteristic of each element and voltage pair current characteristic of diode

PRIORITY-DATA: 1998JP-0155414 (May 21, 1998)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PAGES	PUB-DATE	
LANGUAGE		MAIN-IPC	
<b><u>JP 11340488 A</u></b>		December 10, 1999	N/A
009	H01L 031/04		

INT-CL (IPC): H01L021/66, H01L031/04

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 11340488A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - Standard photoirradiation units (410,411) irradiate standard light for all photovoltaic elements (401,402) of photovoltaic module (M) to measure sub-module characteristic. The module characteristic is obtained based on sub-module characteristic of each element and voltage pair current characteristic of by-pass diodes (404,405). DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is also included for photovoltaic module

characteristic  
measurement apparatus.

USE - For solar battery used in electricity generation  
system.

ADVANTAGE - Enables effective measurement using light  
source of small area.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure represents the model  
diagram of module  
characteristic measurement method. (401,402) Photovoltaic  
elements; (404,405)  
By-pass diodes; (410,411) Standard photoirradiation units;  
(M) Photovoltaic  
module.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-340488

(43)公開日 平成11年(1999)12月10日

(51)Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 1 L 31/04  
21/66

識別記号

F I

H 0 1 L 31/04  
21/66

K  
X

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平10-155414

(22)出願日 平成10年(1998)5月21日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 吉野 豪人

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72)発明者 村上 勉

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72)発明者 清水 孝一

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(74)代理人 弁理士 伊東 哲也 (外2名)

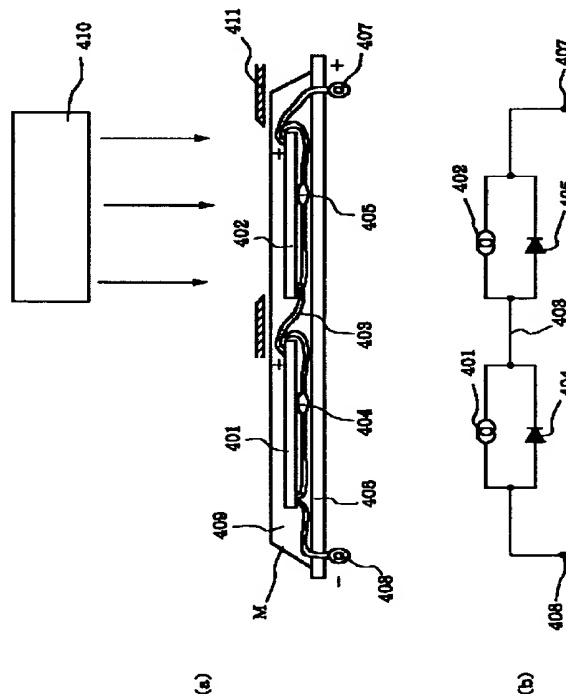
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光起電モジュールの特性測定方法および装置ならびに製造方法

(57)【要約】

【課題】 大面積光起電モジュールの特性を安価に測定できるようにする。

【解決手段】 バイパスダイオード404、405を有する光起電素子401、402を複数直列接続して構成した光起電モジュールMのモジュール特性を測定する際に、基準光照射手段410、411により光起電モジュールの一部領域の光起電素子401または402のみに基準光を照射した状態における光起電モジュールの電圧対電流特性をサブ・モジュール特性として測定するとともに、このサブ・モジュール特性の測定を、基準光の照射領域を移動させながら繰り返すことにより、全領域の光起電素子401および402について行い、得られた各領域の光起電素子のサブ・モジュール特性とバイパスダイオードの電圧対電流特性とに基づいて、モジュール特性を得る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも1つのバイパスダイオードを有する光起電素子を複数直列接続して構成した光起電モジュールの全光起電素子に所定の基準光を照射した状態における電圧対電流特性であるモジュール特性を測定する光起電モジュールの特性測定方法であって、前記光起電モジュールの一部領域の光起電素子のみに前記基準光を照射した状態における前記光起電モジュールの電圧対電流特性をサブ・モジュール特性として測定するとともに、このサブ・モジュール特性の測定を、前記基準光の照射領域を移動させながら繰り返すことにより、全領域の光起電素子について行い、得られた各領域の光起電素子のサブ・モジュール特性と前記バイパスダイオードの電圧対電流特性とに基づいて、前記モジュール特性を得ることを特徴とする光起電モジュールの特性測定方法。

【請求項2】 前記バイパスダイオードの電圧対電流特性を、前記光起電モジュール全体を暗状態として前記光起電モジュールの電圧対電流特性を測定することにより、前記光起電モジュールの全バイパスダイオードによる電圧対電流特性として得ることを特徴とする請求項1に記載の光起電モジュールの特性測定方法。

【請求項3】 測定した各サブ・モジュール特性を電圧値において加算して全光起電素子およびバイパスダイオードについての重畳した電圧対電流特性とし、さらにその特性から、前記バイパスダイオードが寄与する分を除去することにより、前記モジュール特性を得ることを特徴とする請求項1または2に記載の光起電モジュールの特性測定方法。

【請求項4】 少なくとも1つのバイパスダイオードを有する光起電素子を複数直列接続して構成した光起電モジュールの全光起電素子に所定の基準光を照射した状態における電圧対電流特性であるモジュール特性を、請求項1～3のいずれかの特性測定方法により測定する工程を具備することを特徴とする光起電モジュールの製造方法。

【請求項5】 少なくとも1つのバイパスダイオードを有する光起電素子を複数直列接続して構成した光起電モジュールの全光起電素子に所定の基準光を照射した状態における電圧対電流特性であるモジュール特性を測定する装置であって、前記光起電モジュールの電圧対電流特性を測定する特性測定手段と、前記光起電モジュールの一部領域の光起電素子のみに前記基準光を照射する基準光照射手段と、前記基準光の前記光起電モジュールに対する照射領域を移動させる移動手段とを具備することを特徴とする光起電モジュールの特性測定装置。

【請求項6】 前記基準光照射手段によって前記一部領域の光起電素子のみに基準光を照射した状態における前記光起電モジュールの電圧対電流特性であるサブ・モジュール特性の前記特性測定手段による測定を、前記移動手段によって前記基準光の照射領域を移動させながら繰

り返すことにより、全領域の光起電素子について行うことによって得た測定結果と、前記バイパスダイオードの電圧対電流特性とに基づいて、前記モジュール特性を得る制御手段を有することを特徴とする請求項5に記載の光起電モジュールの特性測定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光起電モジュールの電圧対電流特性測定方法および装置ならびに製造方法に関する。より詳しくは、バイパスダイオードを有する光起電素子を複数直列接続して構成される光起電モジュールの特性測定に際し、被測定モジュールの面積より小さな照射面積の特性測定用基準光源を用いて、モジュールを細分化した領域毎に測定した特性からモジュール全体の特性を再現するようにしたものに関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、太陽光を利用する太陽電池による発電方式は、放射能汚染や地球温暖化等の問題を惹起することはなく、また、太陽光は地球上至る所に降り注いでいるためにエネルギー源の偏在が少なく、さらには、複雑で大型の設備を必要とせず比較的高い発電効力が得られる等の理由から、今後の電力需要の増大に対しても、環境破壊を引き起こすことなく対応できるクリーンな発電方式として注目を集め、実用化に向けて様々な研究開発がなされている。

【0003】このような太陽電池の研究開発において、太陽電池（光起電モジュール）の作製技術は大変に重要な技術であるが、同時に、作製された太陽電池の出力を評価する技術も同様に重要な技術である。ここで、太陽電池の出力を評価する手段として最も一般的な電圧対電流特性（以下、単に「特性」と略す場合もある）を調べる方法について簡単に触れておく。

【0004】図2は、太陽電池の特性を調べる電圧対電流測定機の典型例を示す模式図である。同図において、201は被測定太陽電池である。202は直流電源であり、電流ケーブル203および電流計204を介して太陽電池201と接続している。直流電源202としては、一般的には、両極性直流電源あるいは電子負荷等が用いられる。また、205は電圧計であり、電圧ケーブル206を介して太陽電池201に接続されている。電流計204および電圧計205はコンピュータ207により制御される。208は特性測定用基準光源であり、通常、JIS規格等に準拠した1sun、スペクトルAM1.5の光を照射可能である。209は光照射および遮蔽を行うためのシャッターであり、コンピュータ207の制御によって開閉する。

【0005】次に、この装置を用いて実際に太陽電池の特性を調べる方法を説明する。光源208のウォームアップおよび基準光量への調整はすでに済んでおり、光源208が点灯して、かつ、シャッター209が閉じている

状態とする。この状態においてまず、被測定太陽電池201を設置する。次に、シャッター209を開き、被測定太陽電池201全面に測定用基準光を照射する。この状態において、コンピュータ207の指令により、電源202は電圧を発生する。発生電圧値は被測定太陽電池201の種類によって異なり、適宜最適発生電圧を定める。実際の測定手順としては、電源202の発生電圧を徐々に変えながら、太陽電池201の電力取出し端子にかかる電圧を電圧計205によって、またそのときの電流を電流計204によって読み、測定値をコンピュータ207のメモリに格納して行く。必要な範囲の電圧発生を終えたならば、シャッター209を閉じ、被測定太陽電池201を取りはずす。コンピュータ207のメモリに格納された電圧対電流のデータに対しては、適当なソフトウェアによって計算、グラフ化等の処理を行う。

【0006】このようにして得られた電圧対電流特性の典型例を図3に示す。同図において横軸Vは電圧軸であり、縦軸Iは電流軸である。また、Dは測定された電圧対電流特性をプロットした点同志を結んで得られる曲線である。曲線D上の点Kは、電圧と電流の積が最大となる点、すなわち最大の電力を取り出すことが可能な点であり、通常、最適動作点と呼ばれている。そして、この取り出せる最大電力が被測定太陽電池201の出力とされる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、近年、太陽電池は一般家屋の屋根への設置、僻地の実用電源としての架台への設置等が急速に普及しつつある。このような設置工事の際の作業工数を減らすという観点から、太陽電池1枚あたりの面積が増大しつつある。太陽電池1枚あたりの面積が増大するに従って、問題となってくる事項の1つに、大面積の特性測定用基準光の確保が困難になるということが挙げられる。

【0008】通常、光源として最も多く使用されているのはキセノンランプを用いたいわゆるソーラシミュレータである。ソーラシミュレータは大面積になってくると、加速度的に高価になってくる。これは、ソーラシミュレータを構成するエアマスフィルタ、コリメータレンズ等が大型化することに伴って製作が困難になってくること、およびランプ用電源がはなはだしく大容量化する等の理由による。実用的には、定常光型のソーラシミュレータで約50cm角程度のものが現在市場にある最大規模の光源である。ランプの点灯をパルス点灯として、ランプ用電源の小容量化を図り、1m角程度の照射面積を持つシミュレータも存在するが、電源以外の部品は基本的に定常光型と変わることがないので、やはり高価である。さらには、パルス光源の場合には、当然、光照射が瞬時であるので、光の点滅に対するレスポンスの遅い太陽電池たとえば非晶質系の半導体太陽電池の特性測定に対しては点灯時間等の制御に配慮が必要とされている

という問題もある。

【0009】上述したように太陽電池特性測定用光源が高価になってくると、太陽電池のコストそのものを引き上げる要因になる。以上のような観点から、安価に大面積太陽電池の特性測定を可能とする技術が切望されている。

【0010】さらには、1辺が数mとなるような太陽電池に対しては、そのような照射面積をもつ光源が実質上存在しないため、特性測定には実際の屋外太陽光を用いるしかない。しかし、太陽光は、季節、雲の状態、周囲の状況等によって光量とスペクトルがはなはだしく変化し、JISで規定されている1sun、AM1.5の条件が得られる機会は極めて少ない。こうした意味においても、大面積太陽電池の特性測定を可能とする技術が切望されている。

【0011】本発明の目的は、このような従来技術の問題点に鑑み、大面積光起電モジュールの特性を安価に測定できる技術を提供し、もって、安価な太陽電池を提供することにある。

20 【0012】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するため、本発明の光起電モジュールの特性測定方法は、少なくとも1つのバイパスダイオードを有する光起電素子を複数直列接続して構成した光起電モジュールの全光起電素子に所定の基準光を照射した状態における電圧対電流特性であるモジュール特性を測定する光起電モジュールの特性測定方法であって、前記光起電モジュールの一部領域の光起電素子だけに前記基準光を照射した状態における前記光起電モジュールの電圧対電流特性をサブ・モジュール特性として測定するとともに、このサブ・モジュール特性の測定を、前記基準光の照射領域を移動させながら繰り返すことにより、全領域の光起電素子について行い、得られた各領域の光起電素子のサブ・モジュール特性と前記バイパスダイオードの電圧対電流特性とに基づいて、前記モジュール特性を得ることを特徴とする。また、本発明の光起電モジュールの製造方法は、このような特性測定方法により、前記モジュール特性を測定する工程を具備することを特徴とする。

40 【0013】また、本発明の光起電モジュールの特性測定装置は、前記モジュール特性を測定する装置であって、前記光起電モジュールの電圧対電流特性を測定する特性測定手段と、前記光起電モジュールの一部領域の光起電素子だけに前記基準光を照射する基準光照射手段と、前記基準光の前記光起電モジュールに対する照射領域を移動させる移動手段とを具備することを特徴とする。

50 【0014】各発明によれば、光起電モジュールの面積より小さな照射面積の基準光を照射する光源を用いて、光起電モジュールの全光起電素子に基準光を照射した状態における電圧対電流特性であるモジュール特性が測定

される。したがって、光源を小型化することが可能であり、それにより、光起電モジュールの特性測定に要する費用の削減が図られる。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明の特性測定方法における好ましい実施形態においては、前記バイパスダイオードの電圧対電流特性を、前記光起電モジュール全体を暗状態として前記光起電モジュールの電圧対電流特性を測定することにより、前記光起電モジュールの全バイパスダイオードによる電圧対電流特性として得る。

【0016】また、測定した各サブ・モジュール特性を電圧値において加算して全光起電素子およびバイパスダイオードについての重畳した電圧対電流特性とし、さらにその特性から、前記バイパスダイオードが寄与する分を除去することにより、前記モジュール特性を得る。

【0017】本発明の特性測定装置における好ましい実施形態においては、前記基準光照射手段によって前記一部領域の光起電素子のみに基準光を照射した状態における前記光起電モジュールの電圧対電流特性であるサブ・モジュール特性の前記特性測定手段による測定を、前記移動手段によって前記基準光の照射領域を移動させながら繰返すことにより、全領域の光起電素子について行うことによって得た測定結果と、前記バイパスダイオードの電圧対電流特性とに基づいて、前記モジュール特性を得る制御手段を有する。

【0018】より具体的な実施形態を通じて本発明の原理を説明する。そのために、太陽電池モジュール（光起電モジュール）を構成する少なくとも1枚以上の太陽電池セル（光起電素子）からなる領域のみに光照射した場合の太陽電池モジュールの実際の動作状態について考える。図4（a）は太陽電池モジュールの内部構造の典型例を示す。図中、401および402は太陽電池セルである。セル401と402は図上、上面がプラス側、下面がマイナス側となっており、ケーブル403によって直列化されている。404および405は、それぞれセル401および402のバイパスダイオードであり、セルのマイナス側からプラス側へ順方向となっている。バイパスダイオードは、太陽電池の実使用時に、影等によって部分的に発電しない個所がある場合でも、光照射領域で発生する電流を流すことができるように設けられたものであり、本発明は、このバイパスダイオードを介して発電個所のセル特性をサブ・モジュール特性として測定できることを利用したものである。

【0019】406は太陽電池モジュールのフレームである。フレーム406を貫通してプラス電極407とマイナス電極408が外部と接続が可能なように引き出されている。409は封止材であり、セル401および402、ダイオード404および405等の部品を内部に封止している。勿論、封止材409のセル401および402上面に相当する個所は、光透過部材である。封止

材409としては、たとえば、図上、上部をガラスとし、それ以外の個所を内部充填点材とする等の様々な形態が考えられる。

【0020】410は光源、411はスリットである。スリット411はセル401、402それぞれに相当する面積の光照射が可能なようにスリット面積が決められている。セル401、402、バイパスダイオード404、405、フレーム406、封止材409等からなるモジュールM、あるいは光源410およびスリット411を左右に移動することにより、セル401、402それぞれを単独に光照射することができる。

【0021】図4（b）は図4（a）のモジュールMの等価回路であり、図4（a）と同一の符号は図4（a）の場合と同一の要素を示す。次に、モジュールMのセル401および402をそれぞれ単独で光照射した場合の等価回路を考える。まず、セル401のみに光照射した場合について考える。この場合、セル401側では、セルが適正動作をしているので、電流はバイパスダイオード404を通らずにセル401を流れる。これに対し、セル402側では、セルに光照射電流が流れないため、電流はバイパスダイオード405を流れる。したがって、この場合の等価回路は図5（a）のようになる。

【0022】逆に、セル402のみに光照射した場合の等価回路は、上述と同様の理由により、図5（b）のようになる。さらに、セル401および402のどちらにも光照射しない場合の等価回路は図5（c）のようになる。なお、図5における図4と同一の符号は図4の場合と同一の要素を示す。

【0023】以上のことから、セル401および402からなるモジュールMの特性を次のようにして得ることができる。すなわち、光を一方のセルのみに照射した図5（a）および図5（b）の場合の端子407および408間の電位差を計算上で足し合わせた結果は、セル401および402両者の発生電圧に対し、さらにバイパスダイオード404および405両者による電位降下を加味したものである。一方、バイパスダイオード404および405両者による電位降下は、モジュールMに光照射しない図5（c）の場合の端子407および408間の電圧であるから、この電圧を前記加算結果からさらに差し引けば、セル401および402両者による発生電圧のみを知ることができる。このようにして、太陽電池全体に光照射した場合と等価の特性を求めることができる。

【0024】

【実施例】図1は本発明の一実施例に係る特性測定装置を示す模式図である。同図において、101は被測定太陽電池モジュールであり、モジュール架台102に設けられたコロ103上に載せられていて、図上、左右に自在に移動可能である。104は太陽電池モジュール101からの電力取出し用の接続ボックス、105は電圧対

電流特性測定のための電源、106は接続ボックス104および電源105間を接続するケーブル、107は測定用の基準光を照射する光源、108は光源107を支持する支柱、109は光照射面積を厳密に規定するためのスリット、110は光源107内に設けられたシャッタである。

【0025】スリット109は、被測定太陽電池モジュール101を構成する太陽電池セルの1～複数枚の面積を単位として照射面積を規定できるように作られる。また、スリット109は、交換あるいは調整可能であり、モジュール101の種類変更等に対応して光照射面積を調整することが可能である。また、光源107からの照射光は略平行光ではあるが、厳密に照射面積を規定するために、スリット109はできるだけモジュール101に近接させて設置するのが望ましい。必要に応じて、遮光用のブラシ等をスリット109下端に設けてもよい。一方、測定装置105で測定された特性データはコンピュータ111に転送され、コンピュータ上で各種演算処理を行う。

【0026】次に、この装置を用いて図4(a)に示す太陽電池モジュールMの特性を求める手順を説明する。まず、モジュールMを移動してセル401を光照射領域に位置させ、シャッタ110を開く。この状態で、測定装置105により電圧対電流特性を求める。

【0027】図6(a)はその結果を示すグラフである。同図において、横軸は電圧軸で、右方向が正、縦軸は電流軸で、上方向が正である。同図の曲線の意味合いを説明する。この場合、電気的には図5(a)の等価回路に相当し、特定の電流が回路を流れている時、セル401で発生した電圧に対してバイパスダイオード405による電位降下を加えた電圧が測定装置105で測定される電圧である。これを一般化して考えれば、図6(a)の特性曲線は、セル401の特性曲線に対してバイパスダイオード405の特性曲線を電圧に関して足し合わせた形になっている。

【0028】この状況を図8を用いてさらに詳しく説明する。図8はセル1枚の特性(曲線A)およびバイパスダイオードの特性(曲線B)を示す。同図において、横軸は電圧軸で、右方向が正、縦軸は電流軸で、上方向が正である。曲線Aと曲線Bの電圧値の和を各電流値について求めた値をさらにグラフ上にプロットすると、曲線Cになる。この曲線Cが上述の測定で得られた図6(a)の曲線である。

【0029】セル401に光照射した場合の特性測定を終えたらシャッタ110を閉じ、次に、モジュールMを移動し、前回と同様にシャッタ110を開いてセル402に光照射し、特性測定を行う。図6(b)はこの結果を示すグラフである。セル401とセル402、およびバイパスダイオード404と405の特性がそれぞれ揃っているとすれば、図6(a)および(b)の特性曲線

はほぼ同じカーブになる。

【0030】次に、シャッタ110を閉じてモジュールM全体を暗状態とする。この場合の等価回路が図5(c)であるから、この状態で測定して得られる図6(c)の電圧対電流特性曲線は、バイパスダイオード404および405の2個を直列した分の特性である。

【0031】以上の測定を終了すると、得られた特性データをコンピュータ111に転送し、コンピュータ111で次の演算を行うことにより、モジュールMの特性を求める。まず、図6(a)および(b)の特性曲線の電圧同士を加え合わせる。その結果得られる特性曲線を図6(d)に示す。この曲線は、セル401および402の両者に光を照射したときの特性に、バイパスダイオード404および405の直列分の特性を足し合わせたものである。したがって、求めるモジュール特性はセル401および402の両者に光を照射した場合の特性であるから、次に図6(d)の特性曲線に対し、バイパスダイオード404および405の直列分の電位降下を補正するために、図6(c)の特性曲線を電圧に関して減ずる処理を行えばよい。

【0032】このようにして得られたモジュールMの特性を図7に示す。この特性が、モジュールM全体に同時に基準光を照射したときに得られる特性、すなわちモジュールM本来の電圧対電流特性である。このようにして図7の特性曲線が得られたならば、従来知られている計算法により、最大出力、開放電圧、短絡電流等の値を求めればよい。

【0033】なお、ここまでの説明では、モジュール内部においてセル2枚が直列接続されている場合に、セル1枚ずつに光照射してモジュール特性を求める例について述べたが、本発明はこの例に限定されるものではない。用意できる光源の最大照射面積とセル1枚の面積に基づき、1度に光照射するセルの枚数等を適宜定めればよい。具体的には、たとえば、セル8枚を直列接続して構成したモジュールに対して、セル2枚ごと、または4枚ごとに光照射してモジュール特性を求めることも可能である。あるいは、セル4枚を直列接続したものを2列並列接続して構成したモジュールに、並列化されている2枚のセルを光照射の単位として直列数分の4回光照射を繰り返してモジュール特性を求めてもよい。

【0034】また、ここまでの説明では、バイパスダイオードの電圧対電流特性は、モジュールの特性を測定する際に併せて測定するとしてきたが、バイパスダイオードの電圧対電流特性にロットムラ、製品ムラ等がなく、特性が安定しているならば、モジュール特性の測定以前に事前にバイパスダイオード特性のみを調べておき、後でそれを利用することも可能である。具体的には、事前に測定しておいたバイパスダイオードの特性をコンピュータのメモリ上に保存しておき、後のモジュール特性の測定の際に、モジュールの各領域ごとに光照射して測定

した特性にメモリ上のバイパスダイオードの特性を足し合わせればよい。この場合、保存しておくバイパスダイオードの特性は、必ずしも、測定するモジュールにおいて直列接続されたセルの数と一致した数を直列接続したバイパスダイオードの特性である必要はない。たとえば、バイパスダイオード1個分の特性を測定して保存しておき、モジュール特性の測定時に、直列接続されているセルの数をそのバイパスダイオードの特性に乗じて得られる特性を、そのモジュールにおけるバイパスダイオードの特性として計算してもよい。

【0035】また、図1の装置では、モジュール101はコロ103上を移動させるようにしているが、これは手動で行ってもよく、また自動で送って位置出しを行うようにしてもよい。一方、モジュール101に対する光照射位置を変更する手段として、モジュール101を移動する代わりに、モジュール101を固定しておき、光源107を移動する手段を用いることもできる。この場合、光源107は、水平移動可能なアーム（不図示）等を介して支柱108に支持されることになる。さらには、モジュール101面を鉛直方向に平行とし、光源107の代わりに光を横方向に照射するタイプの光源を用いる等の種々の変形が可能である。

【0036】また、本発明は、原理的にセルの材料、組成等を問わずに適用し得る。すなわち、バイパスダイオードを有し、複数枚のセルが直列接続されたモジュールであれば、結晶シリコン、多結晶シリコン、アモルファスシリコンあるいはその複合系、II-IV族化合物太陽電池、Cd、CdTe系太陽電池等の種類を問わず、適用可能である。

【0037】以下、本発明を実施した例について説明するが、本発明はそれらの実施例に何ら限定されるものではない。

（実施例1）10cm×10cm（100cm<sup>2</sup>）の面積を有するスタックセルアモルファス・シリコン太陽電池セルを2枚直列接続して封印した太陽電池モジュールについて、図1の装置を用い、図4のモジュールの場合と同様の方法で特性を測定した。なお、2枚のセル間には1cmのギャップがあった。

【0038】すなわちまず、光源107として25cm角（625cm<sup>2</sup>）の光照射が可能な光源を用意し、光スペクトルをAM1.5とし、光強度を、リファレンス・セルを用いて1sunとした。その後、シャッタ110を閉じた。

【0039】スリット109としては、10.5cm×10.5cm角の開口を有するものを用意した。開口を10.5cm角としたのは、第1に、セルそのものの外径が10cm角であるため、10cm角より大きな外径としても、結局、セルの外径で光照射面積を厳密に定められること、第2に、2枚のセル間のギャップが1cmであるため、10.5cm角の開口であれば、光照射し

て測定中であるセル以外、すなわち直列接続されている隣接セルには光が照射されることがないように容易に設定可能であることによる。

【0040】次に、被測定モジュールをコロ103の上に載せ、1枚のセルが光照射領域と重なる位置とした。そして、接続ボックス104を介して電圧対電流特性測定用電源とモジュールとを結線した。

【0041】以上の準備の後、シャッタ110を開けて電圧対電流特性を測定し、得られた特性を第1の電圧対電流特性とした。この特性は、図6（a）に示した特性に相当する。

【0042】次に、シャッタ110を閉じてモジュールを移動し、先程の測定では光照射されなかったセルを光照射領域に位置させた。そしてこのセルについて、シャッタ110を開いて特性を測定し、得られた特性を第2の電圧対電流特性とした。この特性は、図6（b）に示した特性に相当する。

【0043】次に、シャッタ110を閉じ、この状態で電圧対電流特性の測定を行った。この特性がバイパスダイオードの電圧対電流特性であり、図6（c）に示した特性に相当する。

【0044】次に、得られた第1および第2の特性ならびにバイパスダイオードの特性をコンピュータ111に転送し、図6を用いて上述した演算を行って図7に示した特性に相当する特性を得た。

【0045】最後に、この図7に相当する特性曲線を用いて最大出力電力（Pmax）、最適動作電圧（Vpm）、最適動作電流（Ipm）、開放電圧（Voc）、短絡電流（Isc）、およびフィルファクタ（FF）を求めた。この結果として、Pmax=0.92W、Vpm=2.88V、Ipm=0.32A、Voc=4.13V、Isc=0.36A、FF=0.62が得られた。

【0046】（比較例）実施例1で特性を測定した太陽電池モジュールについて、従来の方法、すなわちモジュール全面に光照射を行って測定する方法により、電圧対電流特性を測定した。測定に使用した装置は、実施例1の場合と同様に図1に示した装置であるが、ただしスリット109を取り外し、一度に25cm角の光照射が行えるようにした点が異なる。

【0047】すなわちまず、この装置のコロ103上にモジュールを置き、接続ボックス104を介してモジュールと電圧対電流特性測定用電源とを結線した。次に、シャッタ110を開いて電圧対電流特性を測定し、測定が終了したらシャッタ110を閉じた。そして、得られた電圧対電流特性をコンピュータ111に送り、最大出力電力（Pmax）、最適動作電圧（Vpm）、最適動作電流（Ipm）、開放電圧（Voc）、短絡電流（Isc）、およびフィルファクタ（FF）を求めた。

【0048】この結果として、Pmax=0.93W、



11

$V_{pm}=2.90V$ 、 $I_{pm}=0.32A$ 、 $V_{oc}=4.10V$ 、 $I_{sc}=0.36A$ 、 $FF=0.63$ が得られた。得られた値は、実施例1で求めた値とよく一致していた。これにより、本発明に従った特性測定方法で求めた値と、従来の太陽電池特性測定方法で求めた値とが一致することが確認された。

【0049】なお、実施例1およびこの比較例では、本発明の特性測定方法により求めた値と従来法により求めた値を比較するために、従来法でも測定可能な太陽電池に対して敢えて本発明の特性測定方法を適用している。本来、本発明の特性測定方法の効果は、従来の測定方法あるいは光源の有効照射面積ではカバーしきれない大きさの太陽電池モジュールを測定する場合に発揮される。より具体的には、10cm角の照射面積を有する基準光光源の価格は200~300万円程度であるのに対し、25cm角の照射面積を有する基準光光源の価格は1000万円前後であり、特性測定機器への投資金額を大幅に削減することが可能である。したがって本発明に従った特性測定方法により、安価に特性が測定された太陽電池はコスト的な優位性を有する。

【0050】(実施例2) 太陽電池セル4枚が直列接続され、1枚のセルの大きさが25cm×30cm(750cm<sup>2</sup>)、セル間ギャップが0.5cmである太陽電池モジュールについて、図1の装置を用い、電圧対電流特性を測定した。その際、光源107の有効照射面積はスリット109により25.3cm×30.3cmとし、1枚のセルに光照射しているとき、他のセルに光照射がされないよう配慮した。また、実施例1の場合と同様にセル1枚ごとに光照射を行い、4回に分けて電圧対電流特性の測定を行った。一方、バイパスダイオードの電圧対電流特性については、バイパスダイオード1個分の特性を事前に求めておき、この特性を、4個を直列接続した場合の特性に変換して用いた。

【0051】これら4回の測定結果および変換したバイパスダイオードの特性に基づき、モジュールに全面光照射した場合の特性を演算により求めた。また、得られた特性に基づき、 $P_{max}=27.9W$ 、 $V_{pm}=5.80V$ 、 $I_{pm}=4.81A$ 、 $V_{oc}=8.24V$ 、 $I_{sc}=5.29A$ 、 $FF=0.64$ が得られた。

【0052】(実施例3) 太陽電池セル10枚が直列接続され、1枚のセルの大きさが25cm×35cm(875cm<sup>2</sup>)、セル間ギャップが0.3cmであり、セルの短辺がモジュールの長さ方向に一致するように各セルが配列された太陽電池モジュールについて、図1の装置を用い、電圧対電流特性の測定を行った。光源107としては、有効照射面積が130cm×80cmの米国Spire(登録商標)製のパルス点灯光源を用いた。

【0053】電圧対電流特性の測定は、セル5枚の直列接続(長さ125cm強)ごとに光照射し、2回に分けて行った。そして、この測定結果のデータおよび事前に

12

測定しておいたバイパスダイオードの電圧対電流特性に基づいて、モジュール全体に光照射した場合の特性を演算により求めた。また、得られた特性に基づき、 $P_{max}=80.5W$ 、 $V_{pm}=14.8V$ 、 $I_{pm}=5.44A$ 、 $V_{oc}=20.6V$ 、 $I_{sc}=6.20A$ 、 $FF=0.63$ を得た。

【0054】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、対応する有効照射面積を有する光源の確保が困難な大面積の光起電モジュールの特性を、光起電モジュールの面積より小さな照射面積の光源を用いて測定することが可能となる。したがって、光源を小型化することが可能であり、それにより、光起電モジュールの特性測定に要する費用の削減が可能となる。その結果、光起電モジュール自体の生産コストを引き下げることができ、安価な光起電モジュールの供給が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例に係る太陽電池特性測定装置を示す模式図である。

20 【図2】 太陽電池を従来の太陽電池特性測定装置に設置した状態を示す模式図である。

【図3】 太陽電池特性曲線の典型例を示す図である。

【図4】 太陽電池の内部構造例およびその電気的な等価回路を示す図である。

【図5】 図4の太陽電池の光照射状況に応じた電気的な等価回路を示す図である。

【図6】 図1の装置により図4の太陽電池の特性を測定した際の測定あるいは計算の各段階における電圧対電流特性を示す模式図である。

30 【図7】 図1の装置により図4の太陽電池の特性を測定した結果得られる特性曲線のグラフである。

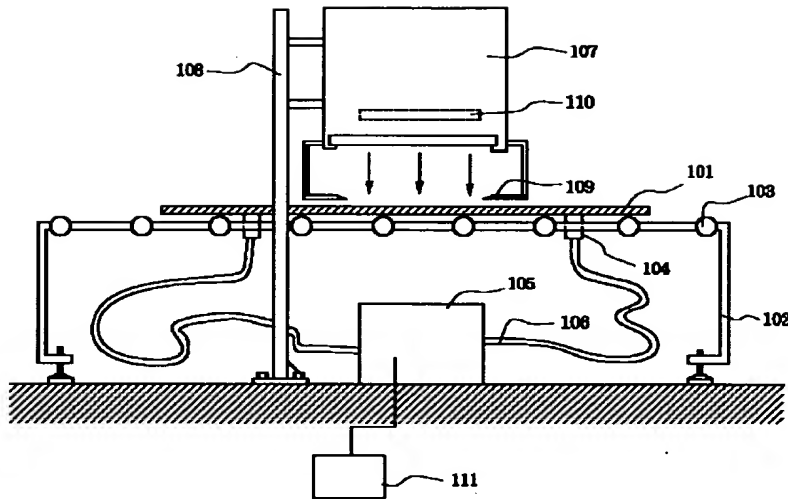
【図8】 図1の装置により図4の太陽電池の特性を測定する際のバイパスダイオードによる電位降下を説明するための図である。

【符号の説明】

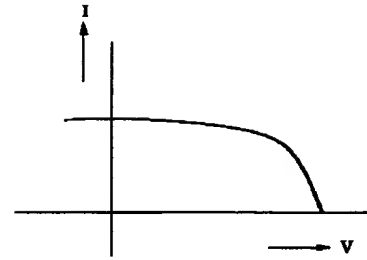
101:被測定太陽電池モジュール、102:モジュール架台、103:コロ、104:接続ボックス、105:電源、106:ケーブル、107:光源、108:支柱、109:スリット、110:シャッタ、111:コンピュータ、201:被測定太陽電池、202:電源、203:電流ケーブル、204:電流計、205:電圧計、206:電圧ケーブル、207:コンピュータ、208:光源、209:シャッタ、401、402:太陽電池セル、403:ケーブル、404、405:バイパスダイオード、406:フレーム、407:プラス電極、408:マイナス電極、409:封止材、410:光源、411:スリット、M:モジュール、A:セルの電圧対電流特性、B:バイパスダイオードの特性、C:曲線Aと曲線Bとを同電流時の電圧同士を足し合わせて得られる特性曲線、D:特性曲線、K:最適

動作点。

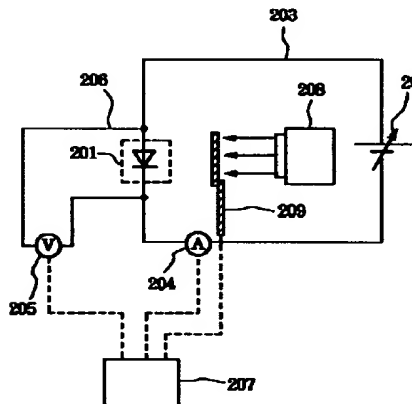
【図1】



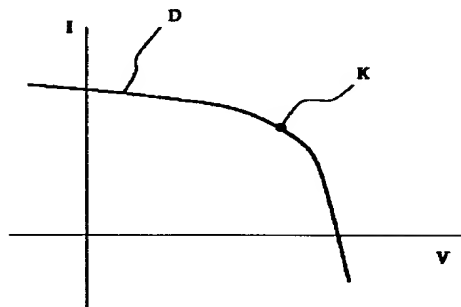
【図7】



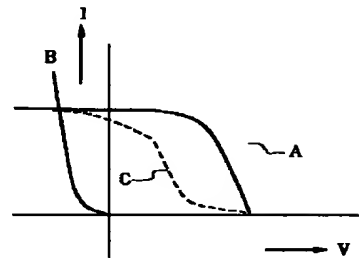
【図2】



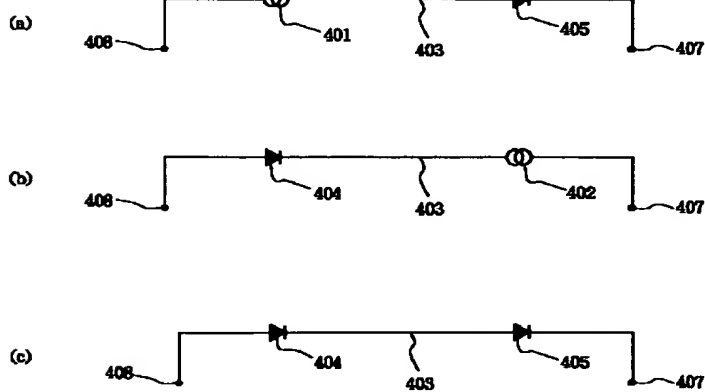
【図3】



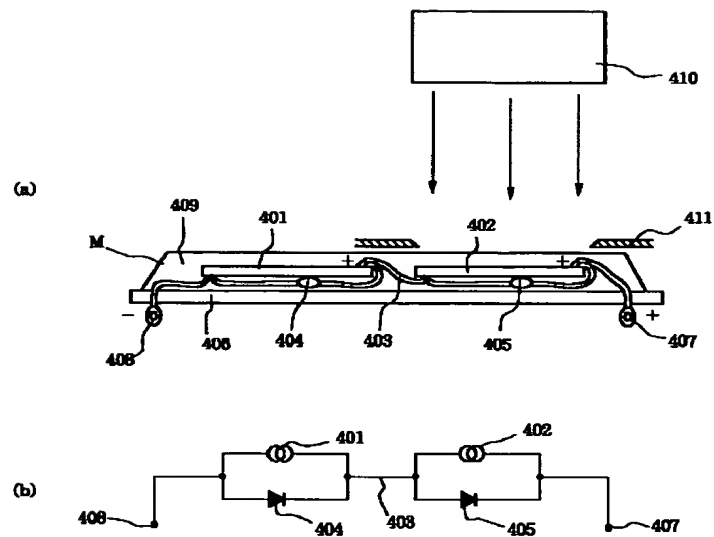
【図8】



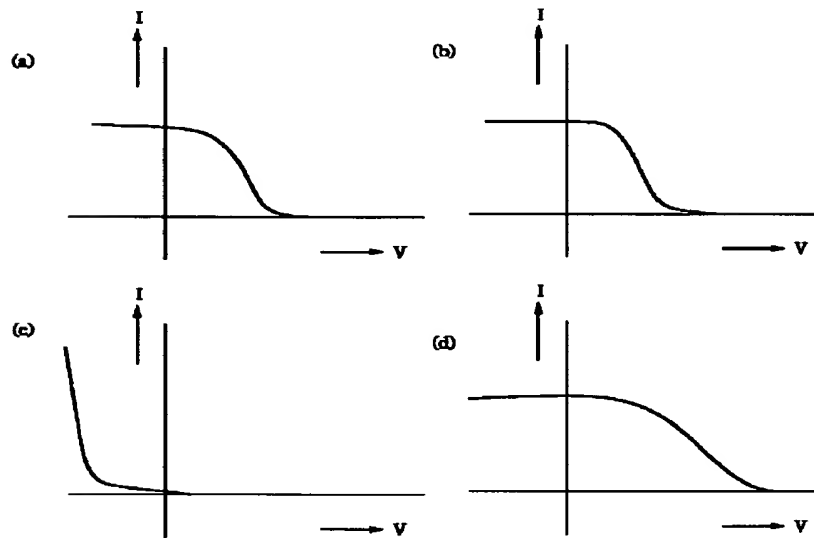
【図5】



【図4】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 竹山 祥史  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノ  
ン株式会社内

(72)発明者 都築 幸司  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノ  
ン株式会社内